2. SEPTEMBER 1927 FUNK BASTLER HEFT 36

FACHBLATT DES DEUTSCHEN FUNKTECHNISCHEN VERBANDES E.V.

Ein Vorschlag für den Bau von Netzanschlußgeräten für Heiz- und Anodenstromentnahme

Das Problem der Röhrenheizung aus dem Netz. — Eine Siebkette für starke Ströme. — Widerstände an Stelle von Kondensatoren.

Von **Manfred von Ardenne.**

Der Verfasser gibt hier wertvolle Anregungen zum Bau eines Universal-Netzanschlußgerätes, das nicht nur den Anodenstrom und die Gittervorspannung, sondern auch den Heizstrom aus dem Lichtnetz zu entnehmen gestattet. Für die folgende ausführliche praktische Erörterung dieses aktuellen Problems hat der „Funk" das alleinige Veröffentlichungsrecht erworben.

Die Entnahme aller zum Betriebe von Empfängern und Verstärkern notwendigen Ströme und Spannungen aus dem Lichtnetz ist schon seit Jahren das Ziel aller, die an der Weiterentwicklung der Rundfunktechnik arbeiten. Für die Entnahme des Anodenstromes und der Gitterspannung steht heute schon eine Reihe von Anordnungen zur Verfügung, die einen genügend störungsfreien Betrieb ermöglichen, wenn sie auch sicher noch in verschiedener Hinsicht verbesserungsbedürftig sind.

Dagegen ist das Problem der Röhrenheizung aus dem Lichtnetz, das auf zwei verschiedene Arten gelöst werden kann, heute noch sehr viel weniger entwickelt. Die eine Art der Lösung, auf die jetzt nicht näher eingegangen werden soll, besteht entweder in der Anwendung indirekt geheizter Röhren, die neuerdings in Deutschland und im Auslande von verschiedenen Seiten auf den Markt gebracht werden, oder in der direkten Wechselstromheizung der Kathoden, die allerdings nur bei wenigen besonders durchgebildeten Schaltungen möglich ist. Die andere naheliegende Lösungsart ist die Herstellung konstanten Gleichstromes niederer Spannung, wie ihn die bisher benutzten Akkumulatoren liefern. Für die Herstellung konstanter Gleichströme bei niedrigerer Spannung aus dem Lichtnetz bestehen sehr verschiedene Wege. Man kann, und das ist wohl der Weg, der technisch am wenigsten Schwierigkeiten bereitet, eine Pufferbatterie benutzen, das heißt also beispielsweise einem normalen Akkumulator während der Entladung über einen Wechselstromgleichrichter ständig Strom zuführen. Die Nachteile dieser Methode sind offensichtlich, denn bei ihr wird der nicht ganz billige Akkumulator, der Säure enthält und einer besonderen Wartung bedarf, nicht vermieden.

Die andere Methode, konstanten Gleichstrom bei niederer Spannung aus dem Lichtnetz herzustellen, ist die Anwendung eines Wechselstromgleichrichters in Verbindung mit einer Siebkette, die die auch nach der Gleichrichtung übrigbleibenden Stromschwankungen beseitigt. Wechselstromgleichrichter für diese Zwecke, die ohnehin bisher schon für den Bau von Lade-Einrichtungen nötig waren, sind in genügender Zahl vorhanden. Ihre Wirkungsweise und Anwendung ist heute bereits so bekannt, daß es sich erübrigt, an dieser Stelle näher auf sie einzugehen.

Die Hauptschwierigkeit bei Heiznetzanschlußgeräten ist die Herstellung der Siebkette. Die normale Siebkette, die besonders bei Anodenstromnetzanschlußgeräten heute allgemein verwandt wird, besteht aus einer Kombination von Drosseln und Kapazitäten (vgl. Abb. 1): die in den Querleitungen liegenden Kapazitäten sind bei den für die heutigen Röhren bestimmten Anodenstromgeräten in der Größenordnung von einigen Mikrofarad. Wenn bei Sieb-

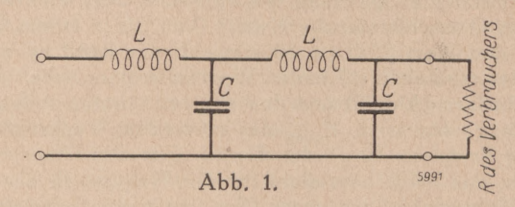


Abb. 1.

ketten für die sehr viel stärkeren Heizströme eine einwandfreie Wirkung erzielt werden soll, so müßten die Kapazitäten Werte besitzen, die in der Größenordnung von mehreren hundert Mikrofarad liegen. So große Kapazitäten sind besonders auch deswegen notwendig, weil die für diese Zwecke in Frage kommenden Drosseln, solange sie in einigermaßen wirtschaftlichen Abmessungen bleiben sollen, in der Regel eine sehr viel kleinere wirksame Selbstinduktion besitzen als die heute üblichen Anodenstromdrosseln. In den Vereinigten Staaten und wohl auch an einigen Stellen in Deutschland ist es gelungen, die erwähnten großen Kapazitäten auf elektrolytischem Wege herzustellen und Netzanschlußgeräte für Heizstromentnahme zu entwickeln. Diese elektrolytischen Kondensatoren, die ihrerseits auch wieder als kleine Akkumulatoren betrachtet werden können, enthalten jedoch Flüssigkeiten und erfordern daher wieder eine gewisse Wartung. Andere Methoden, billig die erforderlichen großen Kapazitäten herzustellen, sind bisher kaum bekanntgeworden.

Im folgenden soll nun eine Siebkette für starke Ströme bei niederer Spannung vorgeschlagen werden, bei der die in den Querleitungen liegenden Kapazitäten durch Ohmsche Widerstände geeigneter Größe ersetzt werden. Die vorgeschlagene Drosselkette ist in Abb. 2 schematisch dargestellt. Ebenso wie bei der normalen Drosselkondensatorkette tritt auch bei dieser eine Spannungsteilung auf, die für Gleich- und Wechselstrom sehr verschieden ist. Während bei der normalen Drosselkette, wenn man die Ohmschen Widerstände vernachlässigt, die gesamte Spannung am Ausgangskondensator liegt und keinerlei Stromverlust in der Kette stattfindet, treten bei der vorgeschlagenen Siebkette für starke Ströme gewisse Verluste besonders durch den ersten Ohmschen Querwiderstand ein (R in Abb. 2). Diese

Verluste sind jedoch durch entsprechende stärkere Dimensionierung des Gleichrichters leicht auszugleichen. Die durch die Ohmschen Querwiderstände bedingten Verluste sind völlig zu vernachlässigen, wenn man berücksichtigt, wie klein der gesamte Wattverbrauch eine solchen Netzanschlußgerätes, verglichen mit dem Stromverbrauch einer normalen

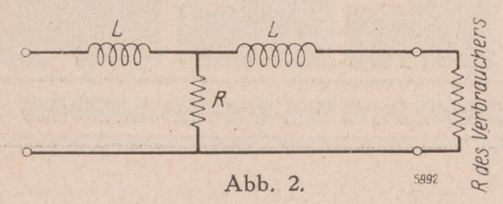


Abb. 2.

Glühlampe, ist. Auf alle Fälle spielen diese Verluste keine Rolle gegenüber der Tatsache, daß man die Werte der Querwiderstände leicht sehr klein machen und somit eine vorteilhafte Spannungsteilung erreichen kann.

Für Wechselstrom, das heißt für die schädlichen Schwankungen des Gleichrichterstromes, besitzen die Drosseln einen Widerstand, der leicht sehr groß gegenüber dem Wert der Ohmschen Querwiderstände gehalten werden kann. Die Ohmschen Querwiderstände, von denen der erste, wie in Abb. 2 dargestellt, der reine Verlustwiderstand R und der zweite der Verbrauchswiderstand ist, liegen in der Größenordnung von 1 bis 10 Ohm. Beträgt die Selbstinduktion der Drosseln nur etwa 1 Henry, so bekommt man bei der tiefsten für die Störungen wohl in Frage kommenden Frequenz von etwa 40 Hertz einen Wechselstromwiderstand von 250 Ohm, so daß dann die Spannungsteilung, wenn der Widerstandswert des Querwiderstandes etwa 3 Ohm ist, in einem Gliede bereits den Wert $250 : 3 = 80$ erreicht; das heißt es werden $^{79}/_{80}$[1]) des restlichen störenden Wechselstromes beseitigt. Bei zwei Gliedern (Abb. 2) und den eben erwähnten Abmessungen gelangt nur noch $^{1}/_{6400}$ des störenden Wechselstromes von der Frequenz 40 an das Gerät. Für alle höheren Frequenzen, das heißt besonders für die Frequenzen des mittleren Hörbereiches, wo unser Ohr eine wesentliche größere Empfindlichkeit besitzt, ist die geschilderte Spannungsteilung noch außerordentlich viel günstiger.

Da man, wie aus dem Beispiel hervorgeht, mit Drosseln von 1 Henry oder sogar weniger Selbstinduktion ganz vorzüglich auskommt, können die Drosseln verhältnismäßig klein und billig hergestellt werden, wenigstens gegenüber den Drosseln, die sonst bei der Verwendung von Kondensatoren in den Quergliedern für Heiznetzanschlußgeräte erforderlich waren. Außerdem sind auch wieder solche Querwiderstände wesentlich billiger als die sonst in den Querleitungen erforderlichen großen Kondensatoren, selbst solche elektrolytischer Art. So kann das Gerät für die Entnahme des Heizstromes aus dem Lichtnetz in allen seinen Teilen wesentlich billiger und kleiner hergestellt werden, als bei-

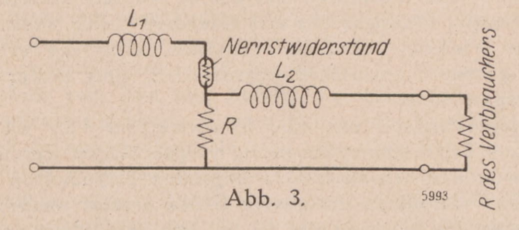


Abb. 3.

spielsweise die amerikanischen Heiznetzanschlußgeräte mit elektrolytischen Kondensatoren.

Gegenüber der schon oben erwähnten Methode, konstante starke Ströme über eine Pufferbatterie herzustellen, besitzen die Heiznetzanschlußgeräte mit Gleichrichtern und einer Drosselkette nach Abb. 1 oder 2 den Nachteil, daß die Spannung an der Ausgangsseite außerordentlich stark von der Belastung, das heißt von dem Widerstand des Verbrauchers abhängt. Der Grund hierfür liegt in den Ohmschen Widerständen der Gleichrichteranordnung und der Drosseln. Diese Abhängigkeit läßt sich außerordentlich herabsetzen, wenn man, wie dies in Abb. 3 wiedergegeben ist, in Reihe mit dem Querwiderstand einen sogenannten Nernst-Widerstand legt, der aus einem dünnen in Wasserstoff gebetteten Eisendraht besteht und seinen Widerstand mit dem Stromdurchgang ändert. Durch den Nernst-Widerstand wird erreicht, daß ein konstanter Strom durch den Querwiderstand R und durch die ihm parallel liegende Serienschaltung von Drossel L_2 und Verbrauchswiderstand fließt. Durch die Einschaltung dieses Widerstandes wird also verhindert, daß die Ohmschen Widerstände der Gleichrichteranordnung und der Drossel L_1 einen Einfluß auf die an der Ausgangsseite bei Belastungsänderungen eintretenden Spannungsänderungen haben. Lediglich die Ohmschen Widerstände des Querwiderstandes R und der Drossel L_2 bewirken, daß die Spannung an der Ausgangsseite der Siebkette nicht ganz unabhängig von der Belastung ist. Wählt man die genannten beiden Widerstände hinreichend klein im Verhältnis zu den Widerständen der verschiedenen Verbraucher, und das ist durchaus möglich, so kann erreicht werden, daß die Ausgangsspannung genügend unabhängig von dem Verbrauchswiderstand ist, wodurch das vorgeschlagene Heiznetz-

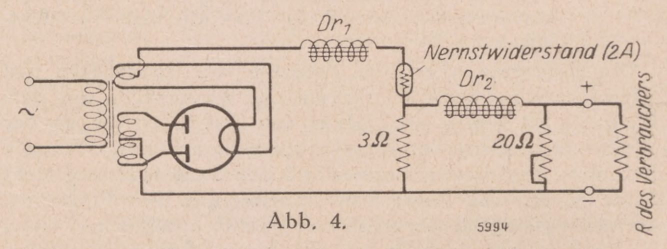


Abb. 4.

anschlußgerät auch in dieser Hinsicht einem Akkumulator kaum nachsteht.

Von besonderer Bedeutung ist dies, wenn Mehrröhrenempfänger oder Verstärker über eine solche Siebkette mit Heizstrom versorgt werden sollen. Nur wenn die Spannung an der Ausgangsseite hinreichend unabhängig von den in Frage kommenden Belastungswiderständen ist, kann vermieden werden, daß bei Ausschaltung oder Durchbrennen einer Röhre nicht auch die anderen Röhren infolge der höheren Ausgangsspannung Schaden nehmen.

In Abb. 4 ist ein Heiznetzanschlußgerät für Wechselstrom mit genauen Abmessungen angegeben, wie es nach den Vorschlägen des Verfassers von der Firma Ahemo auf den Markt gebracht wird. Transformatoren und Gleichrichterröhren besitzen die bei größeren Ladegeräten benutzten Abmessungen. Die der Gleichrichteranordnung vom Transformator zugeführte Spannung muß natürlich um den Betrag der Spannungsverluste am inneren Widerstand der Gleichrichterröhre, an dem Ohmschen Widerstand der Drossel Dr_1 und am Nernst-Widerstand höher sein als die Gleichspannung, die das Gerät den Röhrenkathoden zuführen soll. Die Drosseln Dr_1 und Dr_2 sind Spezialdrosseln für diesen Zweck, die auch einzeln in den Handel gebracht werden. Um die gewünschte Spannung am Verbrauchswiderstand genauer einzustellen, kann man entweder, wie Abb. 4 zeigt, einen veränderlichen Widerstand parallel zum Verbrauchswiderstand legen oder aber den Querwiderstand veränderlich machen.

Das beschriebene Heiznetzanschlußgerät kann ebenso wie ein Akkumulator in Verbindung mit beliebigen Röhrenanordnungen benutzt werden und ermöglicht ein störungsfreies Arbeiten, wenn nicht durch ungünstige Aufstellung oder Leitungsführung kapazitive oder induktive Übertragungen von der Wechselstromseite zum Empfänger vorhanden sind.

(Ein zweiter Aufsatz folgt.)

[1]) Dieses Verhältnis ist eigentlich vektoriell zu berechnen; hier und in den folgenden Spannungsteilerrechnungen ergibt sich jedoch kein nennenswerter Fehler, wenn die vektorielle Summe der Widerstände gleich der Summe ihrer Beträge gesetzt wird.

Ein Neutrodyne=Empfänger mit einem Einstellknopf

Ein „Solodyne-Empfänger". — Leistungsfähiger als ein Superhet.

Von

Erich Schwandt, Berlin.

In Heft 12 des „Funk", Jahr 1927, wurde eine Bauanleitung für einen Elstree-Solodyne-Empfänger von Hans Meisel abgedruckt, der gegenüber dem englischen Original-Solodyne insofern geändert worden war, als nicht ein Dreifach-Drehkondensator, sondern drei für sich einzustellende Einfach-Abstimmkondensatoren Verwendung fanden. Der gemeinsamen Abstimmung dreier Hochfrequenzkreise durch nur einen Knopf stand der Verfasser skeptisch gegenüber, er glaubte nicht, daß die drei Kreise so unbedingt genau übereinstimmen würden. Wie die Versuche mit dem im folgenden veröffentlichten Einknopfempfänger bewiesen, ist das bei Verwendung guter abgeglichener Transformatoren und gleicher Drehkondensatoren leicht zu erreichen, und dann gibt der Solodyne erst die ganz hervorragenden Erfolge, die ihn dem Durchschnitts-Superhet überlegen machen.

Der Solodyne ist der in England beliebteste Typ des Einknopfempfängers mit zwei Hochfrequenzstufen. In ihm ist das Prinzip der Abstimmung mehrerer Schwingungskreise durch nur einen Knopf zu höchster Vollkommenheit entwickelt worden; finden gekapselte Hochfrequenztransformatoren Verwendung, und die sind Bedingung, so übertreffen die Empfangsleistungen an Reichweite, Lautstärke und Klangcharakter die des normalen 5-Röhren-Neutrodyne wesentlich, die des Superhets insofern, als die Wiedergabequalität besser ist und die größeren Sender lauter empfangen werden. Für Rahmenempfang eignet sich der Solodyne weniger; er ist für die Frei- oder gute Innenantenne bestimmt. Die Bedienung ist, da die Abstimmung nur an einem Knopf vorgenommen wird, so außerordentlich einfach, daß jeder Laie einwandfreien Fernempfang erlangen kann. Da auch der Aufbau keine besonderen Schwierigkeiten bringt, da selbst die Abgleichung, die ich, solange ich sie nicht praktisch ausgeführt hatte, selbst als schwierig ansah, geradezu kinderleicht ist, und da der Empfänger letzten Endes nur unwesentlich mehr kostet als der normale Neutrodyne, aber weniger, als der normale Superhet, dem letzteren vor allem aber in der Anspruchslosigkeit im Energiebedarf voraus ist, kann ich seinen Selbstbau nur empfehlen. Er wird dem Bastler besonders im Sommer Freude machen, in der Jahreszeit, in der Fernempfang sonst nur schwierig zu erlangen ist.

Ich habe mich erst sehr spät zum Bau eines Solodyne-Empfängers entschlossen, weil ich dem Prinzip, drei Schwingungskreise durch nur einen Griff gemeinsam abzustimmen, skeptisch gegenüberstand. Jetzt mußte ich mich jedoch davon überzeugen, daß der Aufbau eines solchen Hochleistungsgerätes nicht einmal außergewöhnliche Schwierigkeiten macht, wenn Hochfrequenztransformatoren und Drehkondensatoren verwendet werden, die in ihren elektrischen Eigenschaften absolut übereinstimmen. Da die meisten am Markt befindlichen Einzelteile dieser Bedingung nicht entsprechen, denn sie sind gar nicht dafür gebaut, möchte ich hier, um dem Bastler unnötiges Probieren und zwecklose Geldausgaben zu ersparen, die von mir benutzten Fabrikate bekanntgeben: Drehkondensatoren = NSF-Frequenzkondensatoren von je 500 cm Kapazität. Sie sind so konstruiert, daß man sich einen Mehrfachdrehkondensator aus normalen Einfachdrehkondensatoren unter Benutzung billiger Kupplungsbuchsen zusammenbauen kann. Vorteil: etwa vorhandene Kondensatoren verwendbar. Die Rotoren können ferner, was wichtig ist, bei der ersten Abstimmung einzeln verstellt werden. Hochfrequenztransformatoren: gekapselte Radix-Bechertransformer. Vorteil: in den einzelnen Sätzen wirklich absolut genau übereinstimmend. Das Selbstwickeln kann ich nicht empfehlen; ich habe verschiedene wirklich sehr exakt ausgeführte Transformatorensätze mit der größten Sorgfalt selbst hergestellt und habe nicht die Ergebnisse erhalten können wie mit den fabrikmäßig hergestellten. Mit nichtabgeschirmten Transformatoren läßt sich der Solodyne nicht betreiben, da die gegenseitige Beeinflussung eine völlige Neutralisierung und ein restloses Abgleichen der Kreise verhindert.

Abb. 1 bringt zunächst die Prinzipschaltung: der Solodyne verfügt über zwei neutralisierte Hochfrequenzstufen, ein Audion mit Rückkopplung, die auf kapazitivem Wege reguliert wird, und zwei transformatorisch gekoppelte Niederfrequenzstufen. C_1, C_2 und C_3 sind die auf einer Achse sitzenden Abstimmdrehkondensatoren. C_N sind kleine Neutrodone für die Neutralisierung der ersten beiden Röhren, die übrigens mit Hilfe einer besonderen Wicklung der Hochfrequenztransformatoren, die zwischen 3 und 4 liegt, vorgenommen wird. Zwischen 4 und 5 befindet sich die Primär-, zwischen 1 und 2 die Sekundärspule. Zwischen 2 und 6 sind schließlich einige Windungen vorgesehen, die beim dritten Transformator zum Anschluß des Rückkopplungskondensators C_4 benutzt werden. Im Anodenkreis der Audionröhre muß eine sehr wirksame Drosselspule D liegen, die in günstiger Wicklung, zum Solodyne passend, von der Herstellerin der Radix-Bechertransformer in den Handel gebracht wird. Es sind drei Heizwiderstände vorgesehen, R_1 für die beiden Hochfrequenz-, R_2 für die Audion- und R_3 für die beiden Niederfrequenzröhren. Parallel zur Sekundärwicklung des ersten Niederfrequenztransformators ist ein regulierbarer Hochohmwiderstand R_5 angeordnet, mit dem man eine Regulierung der Lautstärke vornehmen kann; er hat sich als empfehlenswert erwiesen, da sich selbst beim Fernempfang oft viel zu große Lautstärken ergeben, die man, ohne den Empfänger zu verstimmen, bequem nur mit Hilfe eines Parallelwiderstandes herabsetzen kann. Die Anodenbatterie ist durch drei Blockkondensatoren von je 0,5 μF C_7, C_8 und C_9 überbrückt, um ihren hohen inneren Widerstand unschädlich zu machen. Zwischen der Klemme minus Anodenbatterie und minus Heizbatterie ist eine Fassung für eine taschenlampenbirnenähnliche Röhrensicherung (Daimon) L vorgesehen. Der Schalter S dient zur Abschaltung des Heiz- und Anodenstromes.

Liste der Einzelteile:

3 Drehkondensatoren N. S. F. 500 cm ohne Knopf; 2 Kupplungsbuchsen für N. S. F.-Kondensatoren; 1 Feineinstellknopf (Radix); 1 Satz Solodyne-Bechertransformatoren (Radix); erhältlich für die Wellenbereiche 250 bis 600 und 1000 bis 2000 m. Zu je einem Transformator gehört eine Grundplatte mit Schirmbasis und Steckbuchsen, ein Transformator mit Steckern und ein Aluminiumbecher (vgl. Abb. 4 in Heft 12 auf Seite 184); 1 Drehkondensator C_5 250 cm; 2 Neutrodone C_N, 1 Gitterkondensator C_5 250 cm, 1 Gitterwiderstand mit Halter R_4 2 Megohm, 1 regulierbarer Hochohmwiderstand R_5 0,1 bis 1 Megohm (Dralowid-Rekord); 1 Hochfrequenzdrossel D (Radix); 1 Niederfrequenztransformator 1 : 5; 1 Niederfrequenztransformator 1 : 3; 1 Blockkondensator C_6 2000 cm; 1 Becherkondensator 3 × 0,5 μF für C_7 bis C_9; 1 Schalter S; 1 Telephonklinke; 1 Fassung für Taschenlampenbirne mit Röhrensicherung L; 3 Heizwiderstände je 30 Ohm; 5 Röhrenfassungen; 4 Röhren RE 144, 1 Röhre RE 154 oder RE 354 (letzte Stufe); 11 4 mm-Steckbuchsen für Antennen- und Batterieanschlußleisten; 1 Hartgummiplatte 200 × 500 mm; 1 Sperrholzgrundplatte 350 × 500 mm; 1 passender Apparatekasten in Kabinettform; 1 Hartgummileiste 10 × 40 × 350 mm; 1 Hartgummileiste 50 × 160 × 5 mm.

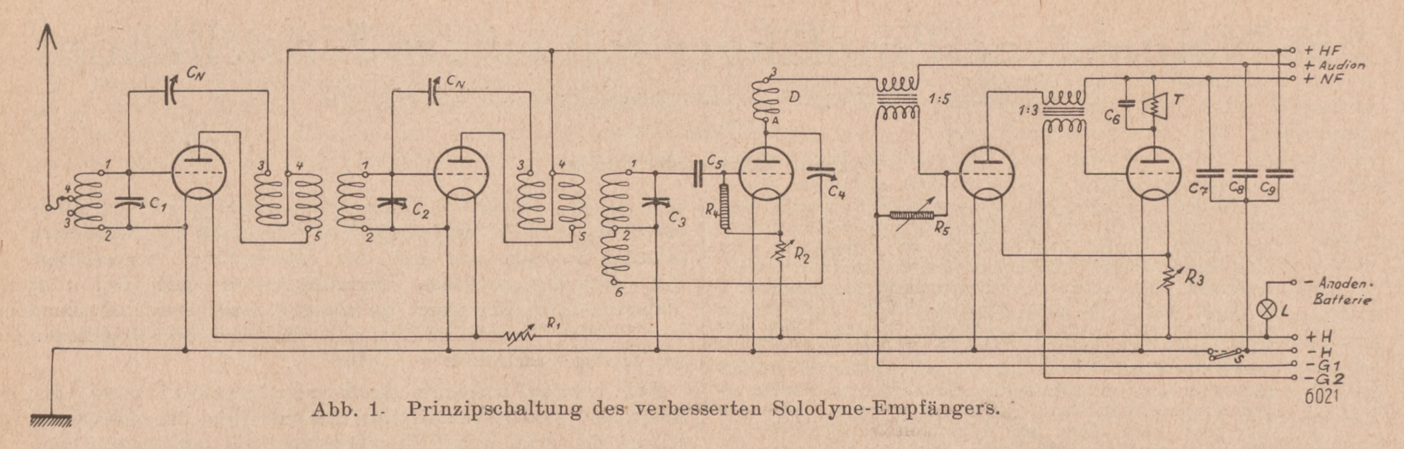


Abb. 1. Prinzipschaltung des verbesserten Solodyne-Empfängers.

Abb. 2. Bauplan des Solodyne-Empfängers.



Die Montage des Solodyne-Empfängers beginnen wir mit der Befestigung der Drehkondensatoren auf der Hartgummileiste. Zunächst stecken wir die Kupplungsbuchsen lose auf die Achsenden, um den Abstand der notwendigen Bohrungen ausmessen zu können. In dem Statorbügel des N. S. F.-Kondensators sind Befestigungslöcher für eine derartige Montage vorgesehen, so daß uns der Zusammenbau des Dreifachkondensators nur wenig Mühe macht. Wir müssen nur darauf achten, daß wir die Löcher in der Hartgummileiste in dem richtigen Abstand wie vor allem in gleicher Flucht anbringen. Stimmen die Bohrungen nicht genau überein, steht der eine oder andere Kondensator nur eine Spur schief, so lassen sich die drei zusammengekuppelten Kondensatoren nur mit großer Kraft durchdrehen, und eine solche gewaltsame Betätigung muß unter allen Umständen vermieden werden. Danach wird die Front-

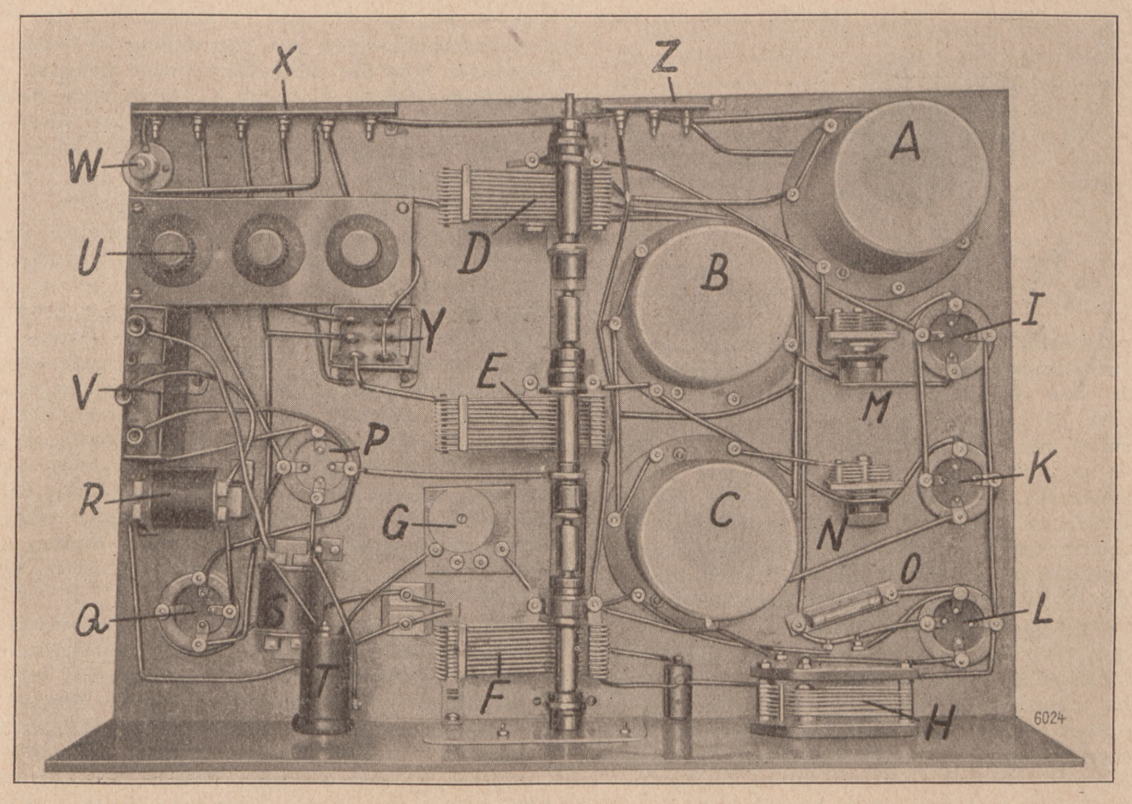


Abb. 3. Innenansicht des fertigen Solodyne-Empfängers, Ansicht von oben, ohne Röhren, aber mit eingesetzten Schirmbechern.

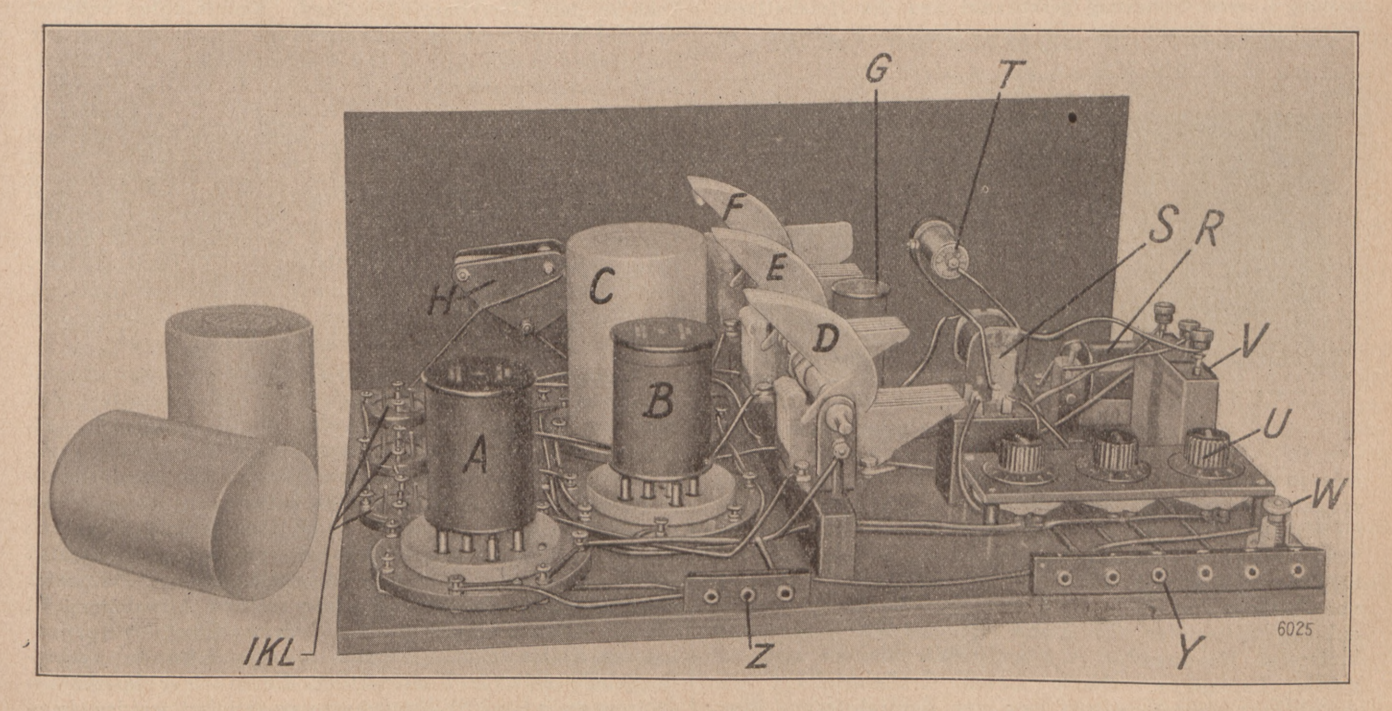


Abb. 4. Rückansicht des Solodyne-Empfängers; die Schirmbecher des ersten und zweiten Transformators liegen neben dem Empfänger.

platte gebohrt und nach Abb. 2 oben mit dem Rückkopplungskondensator usw. ausgerüstet. Nachdem wir die Frontplatte an die Grundplatte angeschraubt haben, wird die Hartgummileiste mit den Kondensatoren unter Zwischenlage von Hartgummirohrenden auf der Grundplatte befestigt, im richtigen Abstand, so daß die Achse durch das in der Frontplatte vorgesehene Loch hindurchpaßt.

Nach dem Zusammenbau von Front- und Grundplatte mit den Kondensatoren werden auf der Grundplatte nach Abb. 2, die einen genauen Bauplan darstellt, auch alle weiteren Teile befestigt. Mit I ist die Basisplatte für den Antennentransformator, mit II die für den zweiten und mit III die für den dritten Hochfrequenztransformator bezeichnet. Die Neutrodone müssen vor der Montage mit einem Winkel aus Messingblech 15 × 1 mm versehen werden, wie es Abb. 5 zeigt, damit sie bequem montiert werden können. Die drei Heizwiderstände werden auf einer Hartgummiplatte 60 × 160 mm vereinigt, letztere mit Hilfe von Rohrabschnitten genau wie die Kondensatorenplatte auf dem Grundbrett angebracht. Die Gitterbatterie wird innerhalb des Apparates angebracht und kann durch Blechwinkel in ihrer Lage festgehalten werden.

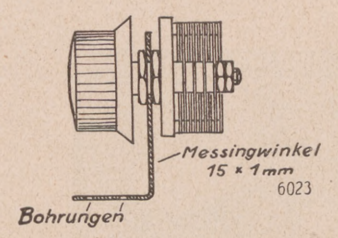


Abb. 5. Montage des Neutrodons.

Die Verdrahtung wird am besten mit versilbertem Kupferdraht ausgeführt, der in Rüschschlauch zu verlegen ist; sie kann nach Abb. 2 direkt vorgenommen werden, wobei nur zu beachten ist, daß die meisten Leitungen kürzer und einfacher verlaufen als in der nur zweidimensionalen Zeichnung.

Die Inbetriebnahme und Abgleichung des Gerätes hat folgendermaßen zu geschehen: Zunächst werden die Röhren in die Fassungen gesetzt, in die Lampenfassung L eine Sicherung geschraubt und die Heizbatterie angeschaltet. Dreht man die Heizwiderstände heraus, so müssen die Röhren brennen. Dann schaltet man die Anodenspannungen an, und zwar bekommen die ersten Röhren 80 bis 100 Volt, die Audionröhre 40 bis 60 Volt und die Niederfrequenzröhren 100 bis 120 Volt. Nach der Einstellung der richtigen Gittervorspannung und dem Anschluß von Antenne und Erde stellt man die drei Kondensatoren auf den Ortssender ein. Dann löst man die Buchse zum hintersten Kondensator (C_1) und stellt ihn für sich auf größte Lautstärke. Nach dieser Grobeinstellung des Antennenkondensators geht man zur Neutralisierung über, die man bei eingeschaltetem Ortssender vornimmt. Dazu

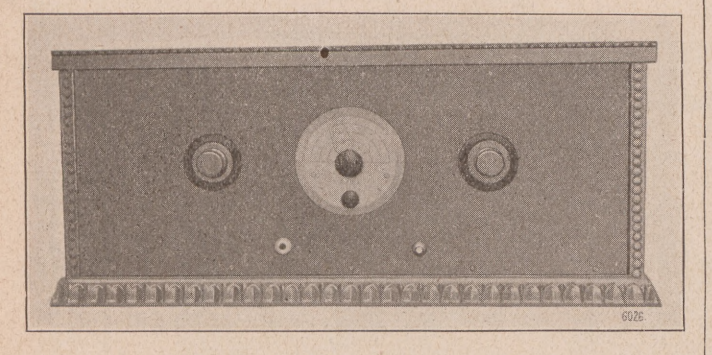


Abb. 6. Vorderansicht des Solodyne-Empfängers.

wird die Heizung zur ersten Röhre unterbrochen, indem man den vom Heizwiderstand kommenden Draht provisorisch von der Fassung abklemmt; der jetzt etwa noch vorhandene Empfang wird durch eine Verstellung des Neutrodons möglichst zum Verschwinden gebracht. Die Heizung der ersten Röhre wird danach wieder ein- und die der zweiten auf gleiche Weise ausgeschaltet, wonach die Neutralisierung der zweiten Röhre in genau der gleichen Weise vorgenommen wird. Ist die Neutralisation auf diese Weise beendet, so versucht man Fernempfang, wobei der Rückkopplungskondensator so einzustellen ist, daß sich der Empfänger kurz vor dem Anschwingen befindet. Hat man einen fernen Sender gefunden, so löst man die beiden Buchsen zwischen den Drehkondensatoren und stellt jeden für sich mit Hilfe eines Bleistiftes oder eines Isolierstabes auf größte Lautstärke ein. Danach zieht man die Buchsen wieder fest an, der Empfänger ist abgeglichen.

Das Mustergerät brachte unter Verwendung der Röhren RE 144 und RE 154 an einer Zickzack-Zimmerantenne von 24 m Gesamtlänge am ersten Abend seines Gebrauchs 28 Sender in den Lautsprecher, darunter Brünn, Neapel, Bern, Rom, Barcelona und andere sehr ferne. Es wurde ständig vom Solodyne auf einen Superheterodyne umgeschaltet (Ultradyne mit zwei NF-Stufen), der an sich sehr gut arbeitet und der, um ihm die gleichen Antennenbedingungen zu geben, an die gleiche Zimmerantenne geschaltet wurde. Beide Apparate wurden stets unmittelbar nacheinander auf die gleichen Sender eingestellt; dabei ergab sich, daß diese durchweg vom Solodyne lauter und vor allem verzerrungsfreier wiedergegeben wurden und, was sich besonders wohltuend bemerkbar machte, ohne jedes Nebengeräusch.

Nach den günstigen Ergebnissen dieses ersten Solodyne bin ich dazu übergegangen, dieses Prinzip für meinen „endgültigen" Empfänger zu benutzen, der sich in präzisester Form in Bau befindet, dessen wesentliche Bestandteile aber die gleichen sind, wie sie in der Stückliste angegeben wurden.

Abb. 3 und Abb. 4 bringen Photos der Innen-, Abb. 6 ein Bild der Außenansicht des Solodyne. Die Skala in der Mitte ist die Feineinstellskala für die Drehkondensatoren. Der Knopf rechts gehört zum Rückkopplungskondensator, der links zu dem Dämpfungswiderstand. Rechts unten befindet sich der Zentralschalter, links unten die Telephonklinke. Die Buchstaben in den Abb. 3 und 4 haben folgende Bedeutung: A Antennentransformator, B erster, C zweiter Hochfrequenztransformator, D = C_1, E = C_2, F = C_3, G Drossel D, H Rückkopplungskondensator C_4 (kann einfachen Fabrikats sein), I 1. HF-Röhre, K 2. HF-Röhre, L Audionröhre, M, N Neutrodone, O Gitterwiderstand, P 1., Q 2. NF-Röhre, R, S Niederfrequenztransformatoren, T regulierbarer Hochohmwiderstand, U Heizwiderstände, V Gitterbatterie, W Sicherungslampe, X Batterie-Anschlußleiste, Y Batterie-Überbrückungskondensator, Z Antenne- und Erdanschlußleiste. In Abb. 4 sind links die beiden von den Transformatoren abgenommenen Schirmbecher photographiert worden.

Der exakte Zusammenbau der Dreifachdrehkondensatorengruppe wird neuerdings dadurch wesentlich erleichtert, daß federnde Verbindungsteile auf den Markt gekommen sind, so daß man nicht auf die Verwendung fester Muffen angewiesen ist und sich die enorme Präzision, die bei der Montage der Drehkondensatoren unter Verwendung fester Muffen notwendig ist, sparen kann. Es ist nämlich außerordentlich schwer, drei Drehkondensatoren so genau zu montieren, daß die Achsmitten auch nicht wenige hundertstel Millimeter voneinander abweichen; bei einer solchen Abweichung ist aber bereits ein schwerer und ruckweiser Gang der Kondensatoren festzustellen. Verwendet man federnde Verbindungsteile üblicher Konstruktion, die in einer Spezialausführung auch für NSF-Kondensatoren geliefert werden, kann die Abweichung etwa 0,5 mm und mehr sein.

Die mittels Rechentafel gefundenen Werte — in Klammern stehend — stimmen mit den errechneten sehr gut überein. Dazu kommt, daß man mit der graphischen Methode schneller, müheloser und sicherer rechnet, denn etwaige Rechenfehler sind ausgeschaltet. Im letzten Beispiel VI allerdings war die Ablesung etwas schwieriger und weniger genau. Der Grund hierfür liegt darin, daß die beiden Werte C_b = 300 und C_a = 40 verschiedenen Zehnerpotenzen angehören. Obgleich im allgemeinen für Näherungsrechnungen ausreichend, kann man die Tafelgenauigkeit dennoch für diesen Fall auch ohne Vergrößerung des Maßstabes erhöhen, wenn man eine zweite Mittelskala k' einführt. Man ziehe (recht genau) vom Nullpunkt eine Gerade nach dem durch die Koordinaten b = 10 und a = 1 gekennzeichneten Punkte C', vgl. Abb. 1, (Dann ist tg a k' = 10). Dies ist auf der Tafel Abb. 3 ausgeführt. Skala b bleibt ungeändert, Skala a dagegen behält zwar seine Teilung, weil die Lage von k' entsprechend gewählt ist, muß aber anders beziffert werden. Wir haben nur an die ursprünglichen Punkte 1 bis 10 die Zahlen 1 bis 100 anzuschreiben und benennen diese Zahlenreihe, weil zu k' gehörig, mit a'. Die Teilpunkte auf k' werden in derselben Weise erhalten wie schon angegeben. Sie liegen wieder senkrecht über den gleichnamigen Punkten von b (bzw. von a'). Die Konstruktion von b aus ist genauer. Abb. 3 zeigt die vollständige Rechentafel und kann ohne weiteres benutzt werden. Man rechnet mit den zusammengehörigen Skalen a', b, k' in derselben Art wie für a, b, k angegeben wurde, d. h. alle drei Skalen sind nötigenfalls mit 10 bzw. 100 multipliziert zu denken. Für die meisten Rechnungen genügen schon die ursprünglichen Skalen a, b, k. Da Rechentafeln durch den normalen Druck nicht ganz haarscharf wiedergegeben, sondern mitunter leicht verzerrt werden, so empfiehlt es sich, bei höheren Ansprüchen die geringe Mühe nicht zu scheuen und auf gutem Millimeterpapier von Hand eine noch genauer arbeitende Tafel zu konstruieren. Dabei werden zweckmäßig Skala k' und Zahlenreihe a' in farbiger Tusche ausgeführt, um Irrtümer beim Ablesen zu vermeiden. Ferner sei darauf hingewiesen, daß Millimeterpapier sich beim Aufkleben auf Pappe meistens verzieht.

Beispiel 3. Es wird das letzte Beispiel (300 cm hinter 40 cm) auf den Skalen a', b, k' nachgerechnet. C_a = 300 cm C_b = 40 cm. Alle Skalen sind mit 10 multipliziert zu denken. Die Verbindungslinie der Punkte b = 4 . 10 mit a' = 30 • 10 schneidet ab: k' — 3,5 • 10, d. h. C_k = 35,0 cm. Man kontrolliere dies durch Anlegen des Lineals. Dieser Wert weicht von dem errechneten nur um 0,3 cm ab!

Der Vorteil der Rechentafel zeigt sich noch klarer, wenn z. B. drei (oder mehr) Kondensatoren in Reihe oder drei (oder mehr) Widerstände parallel zu schalten sind. Rechnerisch wird die Geschichte nämlich bereits kompliziert.

Beispiel 4. Die drei Widerstände R_x, $R_{,,}$, R_0 seien parallel geschaltet. Dann ist

Rk R, Ra Ra und $R_k = \frac{R,\ R,\ R,}{R_i R_s + R_2 R_3 + R_3 R_i}$

Für R_j 20 000, $R_{,,}$ = 17 000, R_3 = 6000 Ohm wird

$$R_k = 1000 \frac{20 \cdot 17 \cdot 6}{20 \cdot 17 + 17 \cdot 6 + 6 \cdot 20} = 1000 \frac{2040}{562} \quad 3630 \text{ Ohm.}$$

Mit Hilfe der Rechentafel ist die Sache bedeutend einfacher. Man zerlegt das Verfahren in zwei Schritte (auch rechnerisch kann man so vorgehen), d. h. man ermittelt zunächst den resultierenden Widerstand (R_z) aus den beiden Widerständen R_x und $R_{,,}$ und setzt dann den erhaltenen Wert R_z mit K_3 zum Gesamtwiderstand R_k zusammen. Also

Schritt I: ^ ^

Schritt II: $\frac{1}{R_k}$ $\frac{1}{R_z}$

Demnach findet man; R_i = a = 2,0 • 10 000, verbunden mit R_o — b = 1,7 - 10 000, als Schnittpunkt auf k den Zwischenwe t R_z = k = 0,9 • 10 000 = 9000 Ohm; damit wird jetzt weiter gerechnet und der Wert R_z auf einer der Außenskalen aufgesucht. Also z, B, R_z = a = 9 • 1000, verbunden mit R_3 = b = 6 • 1000, gibt den Gesamtwiderstand auf Skala k, R_k = 3,6 • 1000 = 3600 Ohm. Es wird hierbei nur mit den Skalen a, b, k gerechnet, da alle Werte, die jeweils miteinander kombiniert werden, die gleiche Stellenzahl besitzen.

Daß auch für die Berechnung von Potentiometerschaltungen, die in den Heften 17 und 26 des „Funk , Jahr 1927, algebraisch ausführlich behandelt wurden, sich eine Erleichterung ergibt, ist ohne weiteres ersichtlich. Durch Hin- und Herschieben des Ableselineals und Beobachtung der zusammengehörigen Werte gewinnt man eine gute Übersicht über den Einfluß, den die Veränderung einzelner Größen ausübt, und erfaßt so gewissermaßen den inneren Zusammenhang der Formel, der einem sonst nur durch vielfältiges Durchrechnen der verschiedensten Zahlenverhältnisse erkennbar wird.

Die geometrische Beziehung, die der Rechentafel zugrunde liegt, ist leicht dargestellt. Wir betrachten das rechtwinklige Dreieck AOB, Abb. 2, I, k ist die Winkelhalbierende des rechten Winkels und schneidet die Verbindungslinie AB in C; die Lote von C auf OA und OB sind einander gleich und mit c bezeichnet. Nach dem Satze von der Proportionalität der Seiten ähnlicher Dreiecke verhält sich: $\frac{b}{c} = \frac{a}{a - c}$ < folglich ab — bc = ac.

Daraus wird c $\frac{}{a + b}$ die gesuchte Beziehung. In geometrischer Sprache heißt das: Trägt man auf den Schenkeln eines rechten Winkels vom Scheitel aus die Strecken OA = a und OB = b (gemessen in einer beliebig gewählten Längeneinheit) ab und fällt vom Schnittpunkt C der Verbindungslinie AB mit der Winkelhalbierenden das Lot c auf b (oder a), so ist die Länge des Lotes (gemessen in der gewählten Längeneinheit) $c = \frac{3. \cdot b}{a + b}$ Es ist nicht nötig, diese Konstruktion jedesmal auszuführen, wenn man auf den Strahlen OA und OB reguläre Skalen (z. B. cm-Teilung) aufträgt, vom Scheitelpunkt mit Null beginnend. Die Winkelhalbierende k wird so beziffert, daß an jeden Teilpunkt sogleich der Betrag des zugehörigen Lotes c angeschrieben wird. Dieser Betrag ist offenbar gleich dem Abstand des Lotfußpunktes vom Nullpunkt, d. h. die Teilpunkte auf k liegen senkrecht über den gleichnamigen Teilpunkten von b (dgl. von a), wie anfangs als Konstruktion angegeben wurde.

Der Winkel COA kann aber auch andere Werte annehmen, er sei gleich *a* gesetzt, vgl. Abb. 2, II. Dann erhält man mit den Bezeichnungen dieser Abbildung in gleicher Weise schließlich: c = —^ $\frac{}{+ b}$ = $\frac{\&}{atg<* -j- b}$ wenn — = tga.

(In Abb. 2,1 war *a* = 45 , tga — 1.) Wählt man passend tg *a* — 10, so wird $\frac{a b}{10 a + b}$ 10 c $\frac{10 a \cdot b}{10 a + b}$ für 10 &



$= a'$ wird $10\,c = \frac{a' \cdot b}{a' + b}$. Dies bedeutet: Die Einheit der Skala a' wird jetzt mit 10 beziffert, d. h. a' läuft von 10 bis 100 (statt von 1 bis 10). Die zugehörige Mittelskala k' wird vom Nullpunkt nach dem Punkte mit den Koordinaten $b = 10$, $a = 1$ gezogen, dann ist nämlich $\operatorname{tg} \alpha = 10$. An die Konstruktion. Die erwähnte Tafel ist daselbst als Darstellung der bekannten optischen Linsenformel eingeführt und wird auf einem gänzlich anderen Wege gewonnen. Auch ihre Konstruktion ist verblüffend einfach: Der Winkel zweier unter 120° sich schneidender Geraden wird von einer dritten halbiert. Vom gemeinsamen Schnittpunkt werden

Rechentafel: $\frac{1}{k} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$; bezw. $\frac{1}{k'} = \frac{1}{a'} + \frac{1}{b}$

W. Kittlick. Urheberrecht vorbehalten.

Die Werte von je drei Skalen a, b, k, bezw. a', b, k' sind nach Bedarf zugleich mit 10, 100, 1000 usw. zu multiplizieren.

$\frac{1}{R_k} = \frac{1}{R_a} + \frac{1}{R_b}$ oder $R_k = \frac{R_a \cdot R_b}{R_a + R_b}$

$\frac{1}{C_k} = \frac{1}{C_a} + \frac{1}{C_b}$ oder $C_k = \frac{C_a \cdot C_b}{C_a + C_b}$

Durch Anlegen eines Lineals wird zu zwei gegebenen Größen die dritte gefunden, z. B.

1.) Gegeb: $C_a = 300$. $C_b = 600$ cm. Gefund. auf [k]: $C_k = 200$ cm.–

2.) Geg: $C_{k'} = 500$; $C_b = 600$. Gef. auf (a'): $C_{a'} = 3000$.

Zusammengehörigkeit der Skalen beachten!

b: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 — k': (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) — k: 1 2 3 4 5 — a: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 — a': (10) (20) (30) (40) (50) (60) (70) (80) (90) (100)

6044

Abb. 3.

Teilpunkte k' wird der zehnfache Wert des Lotes c angeschrieben, d. h. die Teilpunkte k' liegen wieder senkrecht über den gleichnamigen von b (bzw. von a').

Es ist Verfasser nicht bekannt, ob obige besonders einfache Rechentafel schon irgendwo beschrieben wurde. Dagegen ist eine ähnliche, für die gleiche Formel passende Tafel angegeben bei Pirani, Die graphische Darstellung in Wissenschaft und Technik, Sammlung Göschen, Band 728. Wer sich für graphisches Rechnen interessiert, findet dort eine große Anzahl der verschiedensten Rechentafeln nebst auf allen drei Skalenträgern gleichmäßige reguläre Teilungen (z. B. in cm) aufgetragen, d. h. die Mittelskala besitzt dort dieselbe Teilung wie die Außenskalen. Dennoch ist jene Konstruktion nicht ganz so bequem. Denn die Teilpunkte müssen erst noch von einem Maßstab auf die Geraden übertragen werden. Diese Maßnahme ist bei Benutzung von Millimeterpapier nach obigen Angaben überflüssig. Man hat sich nur auf einfache Weise zu überzeugen, ob dessen Teilung nach den beiden senkrechten Richtungen hin gleichmäßig ist.

Der Empfänger im Lautsprecher

Die sprechende Kugel. — Ein ideales Ortsempfangsgerät.

Von

Ewald Popp.

Probleme, von denen einst nur die kühnste Phantasie träumte, sind durch die Entwicklung der Funktechnik verwirklicht worden. Die Antennen auf den Dächern, die geheimnisvoll glimmenden Röhren des Empfängers, die atmenden Flächen der Lautsprecher — erscheint dies alles nicht wie einer jener zur Wirklichkeit gewordenen Zukunftsromane, der von den Errungenschaften anderer Planetenbewohner handelt, die über Raum und Zeit herrschen? . . . Ganz neuartige Gegenstände befinden sich heute in unserem Wohnraum. Da ist das kleine schwarze Kästchen mit den Drehknöpfen, das uns mit der Welt in Verbindung setzt. Und dort eine schillernde Konusfläche oder ein leicht vibrierender Seidenschirm, die Worte wiedergeben, welche in weiter Ferne irgendwo wirklich gesprochen werden, die Musik in unser Heim zaubern, die jetzt auf einem anderen Punkt der Erde gespielt wird. Diese sprechende Fläche, der moderne, in stilvoller Einfachheit gehaltene Großflächenlautsprecher, klingt wohl am meisten an die geheimnisvollen Dinge jener Marsphantasien an. Er zeigt eine bisher gänzlich ungewohnte, entschieden phantastisch anmutende Form, eine Form aber, die durch Naturgesetze und Zweckmäßigkeit bestimmt ist.

Eine wohldurchdachte Konstruktion hat im Verein mit unserer heutigen Geschmacksrichtung jenen eleganten Flächenlautsprecher geschaffen, der äußerlich nichts von seinem komplizierten Mechanismus verrät. Empfangsgerät und Lautsprecher, die zum modernen Wohnraum gehören, müssen sich in ihrem Äußeren der Umgebung anpassen; sie dürfen also nicht störend wirken. Diese Anpassung darf jedoch niemals auf Kosten der Zweckmäßigkeit geschehen und soll auch nicht so weit getrieben werden, daß ein vorgetäuschtes Äußere den eigentlichen Zweck verhüllt. Die Formen aber sollen unser Auge erfreuen und sich stilvoll der Gesamteinrichtung einordnen.

Die künftige Entwicklung der Funktechnik und des Fernsehens wird in dem Bestreben nach Vereinfachung und Vollendung noch viele, durch Wissenschaft und Architektur begründete, vielleicht recht sonderbar erscheinende Formen schaffen. Dies gilt vor allem für den Lautsprecher, dessen weitere Ausgestaltung auch Phantasie und guter Geschmack derart beeinflussen können, daß wir zu einfachen, schönen, harmonischen Formen gelangen.

An diese Betrachtungen anknüpfend, soll hier auf eine neue Möglichkeit der Ausführungsform eines Flächenlautsprechers hingewiesen und auch die praktische Durchführung an Hand eines gebauten Modells erläutert werden. Die Ergebnisse, die der Verfasser mit diesem Lautsprecher erhielt, waren so zufriedenstellend, daß sich ein Nachbau entschieden lohnt. Vorausgeschickt sei, daß die Herstellung nicht schwer ist und dem halbwegs geschickten Bastler sicher gelingen wird.

Die Membranen von Großflächenlautsprechern führen erzwungene Schwingungen aus; wird daher keine gleichmäßige Resonanzverstärkung durch die Membran über einen gewissen Tonbereich gefordert, so ist im Prinzip die Membranform oder, besser gesagt, die Form der die Schallwellen erzeugenden Fläche gleichgültig, da es sich um eine rein kolbenartige Wirkung handelt[1]). Hingegen spielt für die Schallabgabe und die Schallausbreitung sowohl die Größe als auch die Form der Membranfläche eine wesentliche Rolle. Als Fläche größter Harmonie ist die Kugelfläche als räumliche Schallquelle am günstigsten für die Schallausbreitung.

Die folgenden Abbildungen zeigen einen Lautsprecher, dessen Schallwellen erzeugende Fläche in Form einer Kugelfläche gekrümmt ist. Bei Erregung in einem Punkte gelangt die gesamte Kugelfläche in kräftige Schwingungen und liefert eine über die ganze Fläche gleichmäßig verteilte, beträchtliche Schallabgabe, ohne daß eine bestimmte Schall-

[1]) Vgl. hierüber die vom Verfasser veröffentlichten Aufsätze „Die Membran trichterloser Lautsprecher“, Heft 4 des „Funk“, Jahr 1927, und „Das menschliche Trommelfell als Vorbild für die Lautsprechermembran“, Heft 15 des „Funk“, Jahr 1927.



Die Herstellung von Achterspulen

Von
Hans Bennewitz.

Für eine ganze Reihe von Schaltungen ist es erwünscht, Spulen zu benutzen, die kein oder ein möglichst geringes äußeres Feld besitzen und daher auch umgekehrt keine Energie aus dem Raum aufnehmen. Solche Spulen sind besonders dann mit Vorteil anzuwenden, wenn es, wie z. B. bei Neutrodyne-Empfängern, darauf ankommt, innere induktive Kopplungen im Empfangsgerät zu vermeiden oder beim Arbeiten in der Nähe des Ortssenders zu verhindern, daß die Spulen des Gerätes selbst als kleine Rahmenantennen wirken

A

C

Abb. 1.

und so den durch eine selektive Schaltung ausgesperrten Ortssender gewissermaßen durch eine Hintertür wieder hereinlassen. Um solche feldlosen Spulen zu erhalten, kann man verschiedene Wege einschlagen, indem man entweder die Spulen kapselt oder sog. Toroid- oder Achterspulen verwendet. Auf der besonderen Eigenschaft solcher Spulen beruht die Wirkung einer ganzen Reihe von Schaltungen, die, mit schönen Namen versehen, heute viel von sich reden machen, obwohl es sich dabei um ganz allgemein bekannte Schaltungen handelt, bei denen man sich der erwähnten Vorteile feldloser Spulen bedient.

Die Herstellung dieser Spulen ist sehr einfach und erfordert keinen großen Aufwand an Handwerkszeug.

Auf ein Grundbrett (etwa 10 X 17 cm) von mindestens 3 cm Stärke, das man sich durch Übereinandernageln dünner Bretter hersteilen kann, heftet man mit feinen Nägeln zwei gleichgroße Sperrholzplatten, etwa 4 mm stark. (Der Zweck dieses Verfahrens ist, bei allen drei Platten die erforderlichen 20 Löcher genau übereinstimmend zu bekommen.) Dann legt man sich auf Papier den Grundriß der Wickelvorrichtung fest (Abb. 1). Den Grundriß klebt man auf den Holzklotz und sticht die Löcher 1 bis 20 mit einem Dorn oder Nagel vor. Wichtig ist, daß die Löcher genau senkrecht gebohrt werden. Der Laie läßt am besten beim Handwerker mit einem Spiralbohrer 8,2 mm bohren, was bei einer derartig vorbereiteten Platte nur ein paar Pfennige kostet. Nach dem Bohren entfernt man die Sperrholzplatten und kennzeichnet durch Bleistiftstriche ihre ursprüngliche Lage, so daß ein Verwechseln zwischen oberer und unterer Platte, ferner ein Verdrehen ausgeschlossen ist. (Sehr wichtig!)

In der oberen Deckplatte erweitert man (z. B, mit einer Feile) sämtliche Löcher; in beiden Sperrholzplatten sägt man die Löcher 1, 4, 18 und 9, 12, 15 nach Abb. 2 aus. Hierdurch wird das schwierige Abbinden der Spule wesentlich erleichtert.

Die untere Sperrholzplatte versieht man an den Schmalseiten mit 1 bis 2 cm hohen Leisten und legt sie auf die dicke Grundplatte auf. In die 20 Löcher kommen etwa 10 cm lange Holzstifte von 8 mm Durchmesser. Sie müssen ziem-

Abb. 3.

lieh fest stehen, da wackelnde Stifte sich beim späteren Wickeln oben zusammenbiegen und so das Auflegen der zweiten Deckplatte erschweren. Das Rundholz ist meist in Vogelhandlungen zu haben. Durch die beiden Deckplatten bohrt man an allen vier Ecken und in der Mitte der Längsseiten Schraubösen (Abb. 2).

Das Wickeln geschieht (Abb. 3) auf der unteren Deckplatte. Als Anfang kann jeder Stift genommen werden, doch empfiehlt es sich, um die elektrischen Verhältnisse in beiden Spulenhälften gleich zu gestalten, in der Mitte bei Stift 5 anzufangen. Den Anfang des Drahtes stecken wir in einer Länge von etwa 20 cm durch die bei Stift 4 ausgesägte

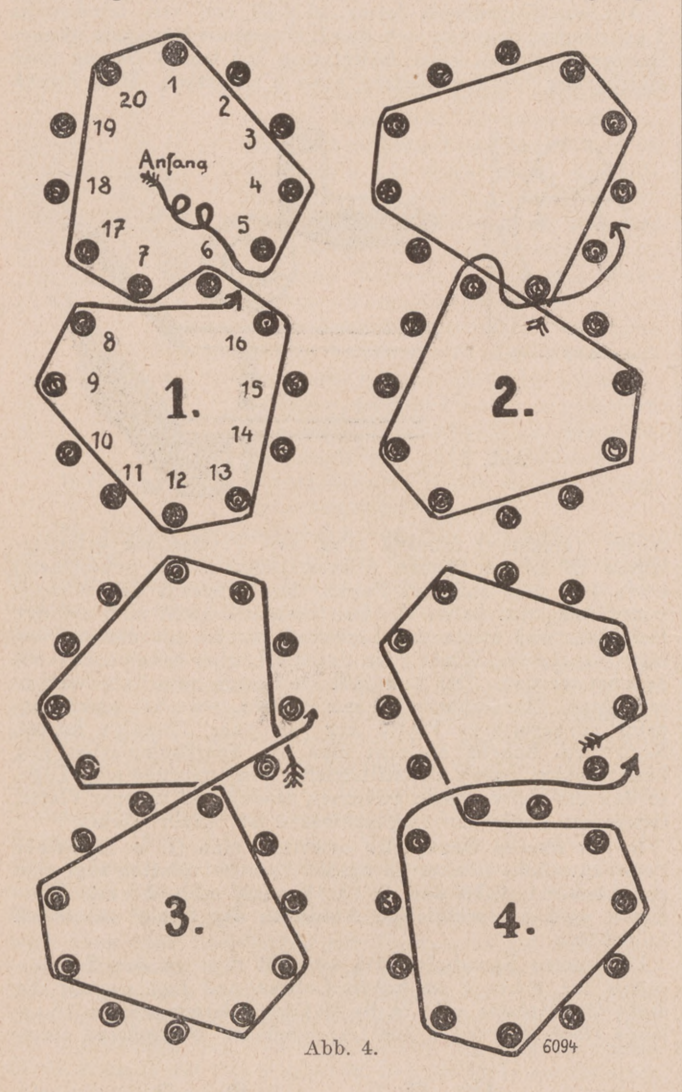


Abb. 4.

Öffnung und befestigen ihn an einem in das dicke Grundbrett getriebenen Nagel. Der Wickelgang (Abb. 4) überspringt stets zwei Stifte. Ausnahmen bilden die Enden jeder zweiten und vierten Windung. Am Ende jeder zweiten Lage wird nur ein Stift ausgelassen, am Ende jeder vierten Lage sogar drei, da sonst die Lagenzahl unregelmäßig werden würde. Die Windungen sind nach jedem Kreis fest anzu-

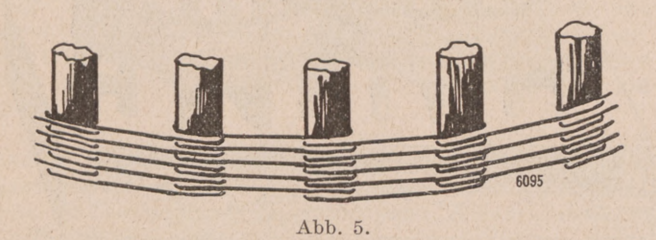


Abb. 5.

ziehen und des öfteren an den Stiften (nur an diesen!) nach unten zu schieben (wozu sich das stumpfe Ende eines Bleistiftes vorzüglich eignet).

Die Menge der aufgebrachten Windungen läßt sich am einfachsten durch die Zahl der Lagen zwischen fünf Stiften ermitteln; z. B. wären in der Abb. 5 auf dem Wickelkern 19 Windungen, 1 Windung = eine 8. Bei aperiodischer Schaltung benötigt man für die Antennenspule höchstens 16 Windungen; durch Abwickeln kann man die günstigste Anzahl ausprobieren. Die Windungszahl der Gitterspule schwankt bei Rundfunkwellen und Verwendung eines 500 cm-Kondensators zwischen 32 bis 40 Windungen. Für die Rückkopplung genügen 16 Windungen. Benötigt werden für diese drei Achterspulen etwa 60 bis 70 g Kupferdraht, Durchmesser 0,5 mm, zweimal Baumwolle. Das Ende der fertig gewickelten Spule befestigt man vorläufig durch Umwinden um einen Stift (z. B. Nr. 5). Jetzt schiebt man die zweite Deckplatte über die Stifte und zieht beide Deckplatten unter Verwendung der Schraubösen zusammen, so daß die Spule leicht gepreßt wird. Man entfernt dann die Stifte aus dem Wickelkörper, ohne daß Gefahr besteht, daß sich die Lagen verschieben.

Das Abbinden muß mit Sorgfalt geschehen, da lose Lagen die Selbstinduktion der Spule stetig verändern und ein Eichen des Empfängers unmöglich machen. Zunächst wird mit Heftgarn, das durch a und b (Abb. 2) gezogen und fest verknotet wird, der Spule an den sechs sichtbaren Stellen ein Halt gegeben. Jetzt erst löst man die Schraubösen und

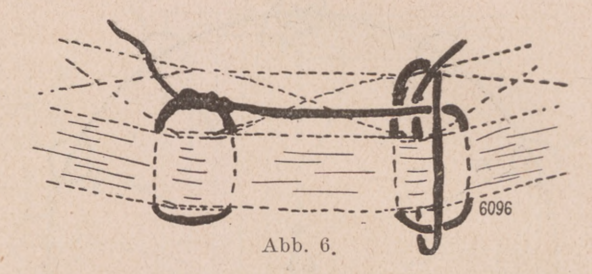


Abb. 6.

nimmt die Spule aus den Preßplatten. Dann bindet man in der Weise der Abb. 6 den äußeren Rand und den — beiden Spulenhälften — gemeinsamen Mittelteil ab.

Der gute Tropadyne-Empfänger.

Wie kann man kleine Mängel abstellen?

Ich habe mit großem Interesse die Veröffentlichungen und Aufsätze über die Tropadyneschaltung verfolgt und im vergangenen Winter das Gerät nach den Angaben von C. Hötzel, Breslau, gebaut. Als Grundsatz nahm ich mir: beste Einzelteile. Inzwischen ist die Schaltung selbstverständlich vielfach umgebaut, und ich bin bei der Doppelgitterröhrenschaltung nach Dr. W. Heinze („Funk-Bastler“ 1927, Heft 24) stehengeblieben.

Ich wohnte bisher in Benrath bei Düsseldorf, etwa 20 km von Langenberg entfernt, und empfing dort nur mit Außenantenne, weil es mit Rahmen nicht recht gehen wollte. Ich trennte einwandsfrei Leipzig und London, ferner Langenberg und Berlin, ja ich habe sogar Tage gehabt, wo es mir gelang, Lyon von Langenberg zu trennen.

Seit einiger Zeit bin ich nach Löbau (Sa.) übergesiedelt, wo ich nur auf Rahmenempfang angewiesen bin. Anfangs war der Empfang sehr schlecht, und ich ging deshalb auf Fehlersuche. Um in einfacher Weise vom Rahmen auf Hochantenne übergehen zu können, hatte ich eine Klinkenschaltung angebracht, so daß ich nur eine Klinke umzustecken brauchte. Diese Einrichtung beseitigte ich; ferner baute ich die Antennenspule mit ihren Drahtzuführungen ab. Siehe da, der Erfolg war ausgezeichnet. Auf der ganzen Skala erschienen die Stationen. Mit Ausnahme von Freiburg und Münster habe ich alle deutschen Stationen (fünf Röhren und Kopfhörer) gehabt, natürlich den sommerlichen Verhältnissen entsprechend mit mehr oder weniger Krach.

Neuerdings ist es mir gelungen, die nordischen Stationen, wie Frederikstad, Gothenburg usw., reinzubekommen. Die niedrigen Wellen, wie Kiel, Stettin, sind wenig stabil. Meine Spule (Zylindervariometer, primär auf einigen Hartgummistäben gewickelt) geht von Budapest bis unter Stettin.

Werde ich nun mit den niedrigen Wellen besser Erfolg haben, wenn ich die Windungszahl verringere? Welche Windungszahlen kommen hier in Frage? Wie stellt sich der Tropadyne zu den sogenannten kurzen Wellen? Ich habe in den Zeitschriften bisher darüber noch keine Angaben gefunden. Einen zweiten Apparat für speziell kurze Wellen möchte ich mir nicht gerne zulegen, wenn ich dasselbe auch mit dem Tropadyne erreichen kann.

In meinem Apparat tritt ein verhältnismäßig starkes Rauschen auf, das mit dem Zurückgehen des Potentiometers nachläßt, dabei aber auch die Station leiser werden läßt. Störend ist dieses Rauschen nur bei den schwächeren Stationen. Hat nun dieses Rauschen irgendeine abstellbare Ursache?

Fritz Vetter, Dipl.-Ing.

Ein Verstärker ohne Röhren

Eine „neue umwälzende Erfindung". — Lautsprecherempfang ohne Batterien.

Eine neue Erfindung, eine Umwälzung der Empfangstechnik, Bruch mit den bisher gebräuchlichen Prinzipien der Verstärkung! Ein Empfänger, der Lautsprecherempfang mit Detektor ohne Röhren, ohne kostspielige Anoden- und Heizbatterien liefert!... Aufsehenerregende Gerüchte machen die Runde in der großen Gemeinde der Rundfunkhörer und

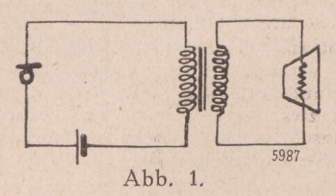


Abb. 1.

Bastler. Auf der Großen Deutschen Funkausstellung sollen die neuen Geräte gezeigt werden, angeblich gleich von drei sich gegenseitig ihre Prioritätsrechte streitig machenden Erfindern, und diese Erfinder sitzen nicht etwa in den Werkstätten und Laboratorien der zünftigen Funkindustrie, nein, die Bastlerkreise sollen es sein, denen diese Erfindung zu verdanken ist. Ein Metallarbeiter soll den neuen Gedanken erfaßt, eifrige Bastlerfreunde ihn gemeinsam mit dem Erfinder in die Tat umgesetzt und an seiner Vervollkommnung gearbeitet haben.

Hören wir zunächst einmal, was uns über die neue Erfindung an Einzelheiten mitgeteilt wurde.

Der Grundgedanke beruht darauf, die verstärkende Wirkung des Mikrophons für die Empfangstechnik nutzbar zu machen. Betrachten wir zur Erläuterung des Gedankens zunächst einmal die Normalschaltung eines Fernsprechers (Abb. 1): da liegt in Reihe mit dem Mikrophon, in das man hineinspricht, und mit einer Batterie von einigen Volt die Primärspule eines Transformators. In Reihe mit der Sekundärwicklung des Transformators liegt das Telephon, der Hörer. Das Mikrophon besteht im wesentlichen aus einer Membran (aus Metall oder aus Kohle) und einer Schicht Kohlenkörner (im ganzen oder unterteilt), die an die Membran unter einem bestimmten Druck anliegt. Durch Sprechen in das Mikrophon gerät die Membran in Schwingung. Der Druck der Membran auf die Kohlenkörner ändert sich infolgedessen, und damit variiert auch die elektrische Leitfähigkeit der Kohlenkörner. Ein von der Batterie durch das Mikrophon gesandter schwacher elektrischer Strom wird infolgedessen entsprechend dem auf die Membran einwirkenden Sprechstrom moduliert, es entstehen sogenannte niederfrequente Sprechströme. Will man mittels des Mikrophons schwache Sprechströme verstärken, so muß man dafür Sorge tragen, die Sprechströme des Empfängers, also z. B. die durch den Detektor gleichgerichteten Ströme, auf möglichst verlustfreie Weise zur Erregung des Mikrophons zu benutzen; das geschieht am besten so, daß man ein Telephon derart mit einem Mikrophon zusammenbaut, daß beide eine gemeinsame Membran haben.

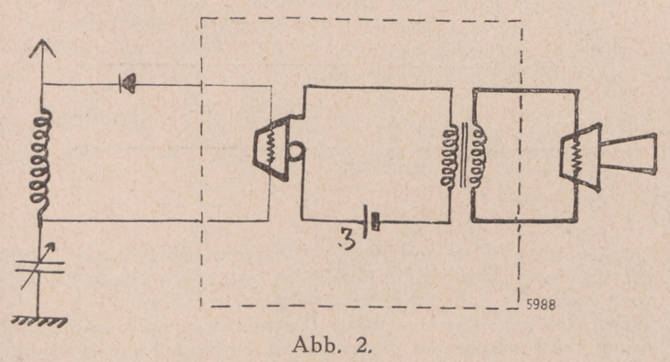


Abb. 2.

Die in niederfrequenten Impulsen schwankenden Ströme im Detektorkreis, die die Spulen des Telephons durchfließen, rufen hier eine entsprechend schwankende Magnetisierung der in der Spulenmitte befindlichen Weicheisenkerne hervor. Dadurch wird die Membran in wechselndem Maße angezogen und abgestoßen. Diese Schwankungen der Membran rufen nun, ganz wie beim normalen Mikrophon, durch den wechselnden Druck auf die an der anderen Seite der Membran befindlichen Kohlenkörner und die dadurch bedingte variierende Leitfähigkeit, niederfrequente Schwankungen im Mikrophonkreise hervor usw. genau wie beim Fernsprecher. Das Schaltschema des durch diese Überlegungen entstandenen Mikrophonverstärkers zeigt Abb. 2.

Es waren jedoch noch viele Schwierigkeiten zu überwinden, bevor man von einem Erfolg sprechen konnte. Zunächst war die Verstärkung sehr gering und unbedeutend. Auch ließ die Verzerrungsfreiheit sehr zu wünschen übrig. War die Sprache klar, so war die Musik unrein, war die Musik rein, so war die Sprache unklar. Durch langwieriges Ausprobieren und Änderung gelang es allmählich, der Schwierigkeiten Herr zu werden. Man kann jetzt von einem vollkommen einwandfreien Arbeiten des Mikrophonverstärkers reden.

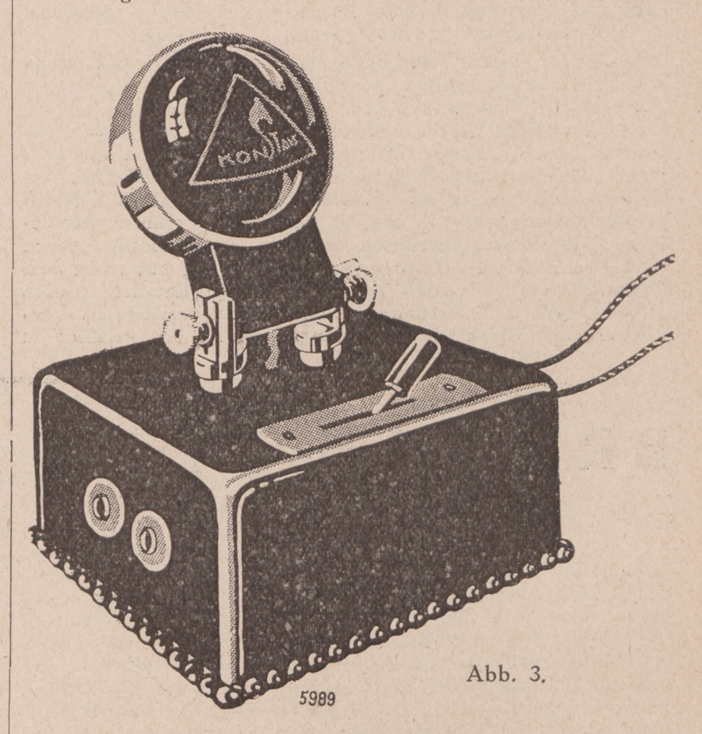


Abb. 3.

Die Verstärkung des Mikrophonverstärkers ist 14- bis 16-fach, d. h. er leistet soviel wie ein guter einstufiger Transformatorenverstärker. Lautsprecherempfang liefert er nur, wenn eine genügend große Eingangslautstärke vorhanden ist, wenn also der Detektorapparat einen guten Kopfhörerempfang bietet. Ist das nicht der Fall, so kommt er nur für eine Verstärkung des Kopfhörerempfanges in Frage. Zwei Mikrophonverstärker hintereinander zu schalten, um größere Lautstärken zu erzielen, ist zwecklos, da dann Verzerrungen und Komplikationen eintreten. Da man den Widerstand der Primärwindung des Transformators und den des Mikrophons mit 150 bis 200 Ohm annehmen kann, so wird eine Taschenlampenbatterie mit 1,5 Amperestunden Kapazität ungefähr 100 Brennstunden vorhalten, d. h. bei täglich vier- bis fünfstündigem Betrieb des Verstärkers wird eine Taschenlampenbatterie in drei bis vier Wochen erschöpft sein. An Stelle einer Taschenlampenbatterie kann man natürlich auch jedes andere Element nehmen, man achte aber darauf, daß die Betriebsspannung nicht mehr als 3 Volt beträgt, unter Umständen drossele man durch zwischen Batterie und Apparat geschalteten Heizwiderstand den Strom ab.

Wenn auch der Transformatoren- und der Widerstandsverstärker dem Mikrophonverstärker in bezug auf die Ver-

stärkungsziffer überlegen sind, so sind doch die Vorteile des Mikrophonverstärkers groß. Für die Besitzer von Detektorapparaten, die das Geld für den Transformatorenverstärker, für den Akkumulator und die 10 Mark vierteljährlich für die Anodenbatterie nicht aufbringen konnten, die aber in der Sendestadt, in der Nähe des Senders wohnen, ist er der gegebene Ausweg. Er erfordert monatlich nur 40 bis 50 Pfg. für eine neue kleine Taschenlampenbatterie, das ist alles; soviel also, wie sonst das Laden der Akkumulatoren kostet. Für Besitzer von Röhrengeräten dagegen kommt er nicht in Betracht, da sie schon sowieso einen Akkumulator und eine Anodenbatterie (bzw. Netzanschlußgerät) brauchen.

In Abb. 3 ist ein gebrauchsfertiger Mikrophonverstärker zu sehen. Auf dem Kastendeckel sieht man vorn einen Hebel zum Ein- und Ausschalten der Vorspannbatterie, ferner das Telephon-Mikrophon. Die Lautstärke kann geregelt werden durch Änderung der Stellung des Mikrophons (dadurch tritt eine Verlagerung der Kohlenkörner ein) und durch eine (in der Abbildung nicht sichtbare) auf der Rückseite des Telephon-Mikrophons befindliche Stellschraube. Eine Selbstanfertigung eines Mikrophonverstärkers aus Einzelteilen durch Bastler erscheint augenblicklich noch nicht möglich, da Einzelteile im Handel nicht zu haben sind, und da die einzelnen Teile bei der Fabrikation genau aufeinander abgestimmt werden müssen, um Höchstergebnisse zu erzielen.

Das ist im wesentlichen der Inhalt des uns über die „neue Erfindung" zugegangenen Berichtes. Der ein wenig in der Literatur der Funktechnik oder der Telephontechnik bewanderte Leser wird bereits erkannt haben, daß, soviel sich aus diesem Bericht ersehen läßt, etwas Neues hier kaum vorliegen dürfte. Das Prinzip des Telephon-Mikrophonverstärkers hat bereits ein ganz respektables Alter. Dieses Verstärkungsprinzip war eben dasjenige, was man vor der Erfindung der Verstärkerröhren benutzte, um Sprechströme zu verstärken. Seine vollkommenste Ausbildung hat es in dem sogenannten Brownschen Telephonrelais[1]) gefunden. Allen Bemühungen, einen wirkungsvollen und einwandfreien Verstärker nach diesem Prinzip zu bauen, ist ein wirklich in jeder Hinsicht befriedigender Erfolg versagt geblieben. Der Grund dafür ist darin zu suchen, daß ein mechanisches System nur schwer den schnell verlaufenden akustischen Schwingungen in allen Feinheiten genau folgen kann.

Der Umstand, daß die Kathodenröhre ohne mechanisch schwingende Teile arbeitet, ist es ja gerade gewesen, dem die Vakuumröhre (zunächst in Form der Liebenröhre) ihren Siegeszug verdankt. Mit der Einführung der Verstärkerröhre verloren die mechanischen Verstärker fast jede praktische Bedeutung. Das hat allerdings nicht verhindert, daß man gelegentlich doch wieder auf den alten Mikrophon-Telephonverstärker zurückgriff, der bei all seinen Nachteilen bezüglich verzerrungsfreier und betriebssicherer Verstärkung vor der Röhre den Vorteil hat, weniger große Betriebsbatterien zu erfordern. So wurden schon vor Jahren in englischen Zeitschriften Empfangsverstärker, die nach diesem Prinzip gebaut sind, und zwar besonders in Verbindung mit Detektorempfängern, beschrieben, und als Lautsprecherdetektorempfänger ohne Röhren angepriesen.

Eine ausführliche Darstellung über die Frage „Mikrophonverstärker-Detektorlautsprecher" ist, soweit uns bekannt, in deutschen Amateurzeitschriften zum ersten Male bereits 1925 von Dr. Nesper[2]) gegeben. Er hat nicht nur theoretische Angaben gemacht, sondern auch eine Anzahl praktischer Ausführungen ausführlich beschrieben.

Das was bisher über die angeblich neue Erfindung bekannt geworden ist, läßt nicht erkennen, inwiefern sie irgendetwas Neues gegenüber den seit langen bekannten Vorrichtungen aufweist. Es ist natürlich nicht ausgeschlossen, daß der mechanisch arbeitende Verstärker noch weiterer Vervollkommnung fähig ist; daß er aber, was Verzerrungsfreiheit, Betriebssicherheit und Ausgiebigkeit der Verstärkung betrifft, als ernstlicher Konkurrent der Verstärkerröhre in Frage kommt, ist zum mindesten unwahrscheinlich. Für gewisse Sonderzwecke und geringe Anforderungen an den Verstärkungsgrad wird er vielleicht einen in mancher Hinsicht bequemeren und im Betrieb billigeren Ersatz für die Röhre bilden können.

Fritz Kunze.

BRIEFE AN DEN „FUNK-BASTLER"

Fernempfang 300 m vom Sender.

München, Ende August.

Viele der Funkfreunde, die auf die Veröffentlichung dieser Schaltung gewartet haben, werden eine Enttäuschung erlebt haben, denn wie die Schriftleitung ganz richtig bemerkte, liegt der Erfolg wohl hauptsächlich in einem besonders günstigen Aufstellungsort und nicht an der schon jahrelang bekannten Schaltungsart. Dazu ist noch zu bedenken, daß Riga nur einen Sender von 1,2 kW Stärke besitzt. Als München noch einen 1,5 kW-Sender besaß, machte es keine Schwierigkeiten, mit einmal Hochfrequenz und einmal Audion, also mit zwei Röhren, jeden Fernsender nach Wahl und Wunsch herbeizuholen. Aber bitte, was machen Funkliebhaber, die einen 10 kW-Ortssender haben? Da genügt diese Schaltungsanordnung auf gar keinen Fall mehr, da nutzen auch keine Sperrkreise, hier muß man schon zu etwas komplizierteren Schaltungen greifen, die, wenn man ihnen etwas Verständnis entgegenbringt, auch nicht schwieriger aufzubauen sind.

Da anscheinend sehr viel Interesse für einen wirklich selektiven Empfänger vorhanden ist, der auch bei einem 10 kW-Ortssender jeden gewünschten Fernempfang gestattet, so möchte ich nur darauf hinweisen, daß das mit zwei Stufen Hochfrequenz, wovon die erste in Brückenschaltung gelegt ist, unbedingt der Fall ist. Nachfolgendes Audion und eine Stufe Niederfrequenz bringen die Stationen in den Lautsprecher.

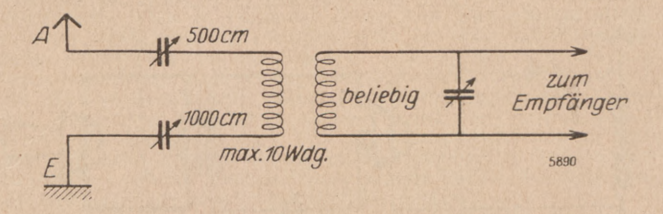
Mit einer derartigen Apparatur ist es mir möglich, in München, 2000 m vom 10 kW-Ortssender entfernt, Wien zu empfangen, das einen Wellenunterschied von 20 kHz hat. Auch bei nicht besonders günstigem Funkwetter bekommt man immerhin 15 bis 20 Stationen in den Lautsprecher, und das dürfte für einen Abend ja wohl genügen. *Dan. Altmann.*

Stören Starkstromleitungen?

Berlin, Ende August.

Nach meinen Erfahrungen tritt bei 10 000 Volt bereits an verklemmten Drahtenden usw. Koronyeffekt auf. In starkem Maße sind jedoch die Witterungsverhältnisse von störendem Einfluß. Die Entladungen sind in jedem Falle unsichtbar und nehmen bei feuchtem Wetter ganz bedeutend zu.

Bei verschiedenen Versuchen stellte ich fest, daß ein Empfang im Bereich von etwa 200 m mit normaler Anlage nicht



möglich war. Erst mit einem Überlagungsempfänger wurde der Empfang etwas besser, um sich bei Anwendung der Schaltung nach der Abbildung bedeutend zu verbessern.

Prinzipielle Abhilfe schafft einwandfreie Leitungsführung unter Verwendung von erstklassigen Isolatoren. Ferner darf die Antenne auf keinen Fall mit der Hochspannungsleitung parallel liegen. Ist es nun noch möglich, die Ableitung senkrecht gegen den Erdboden zu ziehen, so kann man mit der angegebenen Schutzschaltung (Abb.) eine sehr gute Störungsfreiheit erreichen. *F. Kohel.*

[1]) Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie 1910 Bd. 4 S. 212 ff.
[2]) Radio Amateur 1925, S. 1164 ff. und S. 1182 ff.

Verantwortl. Hauptschriftleiter: Ludwig Kapeller, Berlin-Schöneberg. — Druck: Ernst Siegfried Mittler und Sohn, Buchdruckerei G. m. b. H., Berlin SW 68.
Zuschriften an die Schriftleitung (Manuskripte, Anfragen usw.) nur nach Berlin SW 68, Kochstr. 4. Fernruf: Hasenheide 2495.
Verlag: Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68, Zimmerstr. 94. Postscheckkonto: Berlin 883 78. Sonderkonto „Funk".